

University of Groningen

The heart of mental effort

Mulder, Gijsbertus

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1980

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Mulder, G. (1980). The heart of mental effort. Groningen: s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SAMENVATTING

Hoofdstuk 1.

Er werd een onderscheid gemaakt tussen twee concepties van mentale werkbelasting: belasting door informatieverwerking en emotionele belasting. De eerste conceptie leidt tot het bestuderen van de effecten van de vereisten van mentale taken; de tweede conceptie houdt ook rekening met de effecten van de omgeving en in het bijzonder met de invloed van de emotionele aspecten daarvan.

Het doel van de huidige studie was in de eerste plaats het bestuderen van de effecten van informatieve belasting op de sinusaritmie, d.w.z. op de normale, niet-pathologische variaties in het menselijk hartritme. In het verleden werd door verschillende onderzoekers de vermindering van deze aritmie gezien als een index voor mentale werkbelasting. Een tweede doel van de studie was meer inzicht te verkrijgen in de fysiologische mechanismen die verantwoordelijk zijn voor verandering in het hartritme tijdens mentale taken. Het hoofdstuk werd besloten met een overzicht van de indeling van deze studie.

Hoofdstuk 2.

In dit hoofdstuk werd gesteld dat informatieve belasting, een belasting impliceert voor mentale mechanismen of structuren in de menselijke informatieverwerking en een methode die er op gericht is dergelijke structuren te identificeren, werd besproken. Vervolgens werd gesteld dat een taak in het bijzonder belastend is wanneer deze het gebruik van het z.g. werkgeheugen impliceert. In deze structuur vinden (bewust) bestuurd operaties plaats ("controlled information processing"), zoals zoekoperaties, semantisch coderen, interne herhaling ("rehearsal") om informatie gedurende langere tijd in dit geheugen vast te houden, enz. Dit type operatie verloopt serieel, relatief langzaam en vereist de actieve aandacht van de proefpersoon. De mate van informatieve belasting wordt gedacht direct gerelateerd te zijn aan de hoeveelheid tijd die wordt besteed aan deze actieve vorm van informatieverwerking: hoe meer tijd, hoe meer inspanning de taak vraagt. Gedurende bewust gestuurde verwerking is de taakverrichting (gemeten in verwerkingstijd) in hoge mate afhankelijk van de taaklast en tevens zou een dergelijke vorm van informatieverwerking een karakteristieke

psychofysiologische toestand impliceren. Oefening op mentale taken kan een verandering in de modus van verwerking impliceren: van bewust bestuurd verwerking in de vroege fasen van de verwerving van een vaardigheid, tot meer automatische verwerking in de latere stadia van de verwerving. Automatische verwerking kan worden beschouwd als een geleerde associatieve sequentie in het lange-termijn geheugen; de processen kunnen parallel en onafhankelijk van elkaar verlopen, staan niet onder (bewuste) besturing van het subject en vereisen daarom ook geen actieve aandacht. Gedurende automatische verwerking is de taakverrichting relatief onafhankelijk van de taaklast en minder inspannend.

Hoofdstuk 3.

In dit hoofdstuk werd enige evidentie besproken die het bestaan doet vermoeden van proces-specifieke fysiologische toestanden. Bewust bestuurd verwerking zou een speciale cardiovasculaire toestand impliceren, de z.g. defensieve reactie. Gedurende deze reactie is er een toename van de bloedtoevoer naar de hersenen en tevens een grotere cerebrale zuurstofconsumptie. De cerebrale bloeddorstrooming blijkt tevens afhankelijk te zijn van de hersenschorsgebieden die een rol spelen bij de gevraagde verwerking. Daarnaast is er een toegenomen spierdoorbloeding die echter nauwelijks aanleiding geeft tot verhoogde O_2 of glucose consumptie. Teneinde een dergelijke cardiovasculaire toestand te handhaven, stijgt de hartslagfrequentie, neemt de perifere weerstand toe, wordt de cardiac output vergroot en stijgt de bloeddruk. Recente neurofysiologische inzichten doen vermoeden dat variaties in het hartritme soortgelijke variaties in de bloeddruk reflecteren. Fluctuaties in de bloeddruk kunnen worden verdeeld in twee categorieën: veranderingen in druk gerelateerd aan niet-respiratoire en aan respiratoire processen. Spectrale energie boven 0.20 Hz ontstaat voornamelijk uit respiratoire activiteit; spectrale energie tussen 0.02 en 0.20 Hz wordt toegeschreven aan processen die betrokken zijn bij de regulatie van de lichaamstemperatuur en de bloeddruk. In het laatste geval zijn er in zowel de bloeddruk als de hartslag fluctuaties met een frequentie rond de 0.10 Hz. Deze spectrale component bepaalt in hoge mate het amplitudo van de niet-pathologische variaties in het menselijk hartritme. Tijdens de defensieve reactie worden bloeddrukfluctuaties minder gereflecteerd in het hartritme en dit zou in het bijzonder gelden voor de spectrale component rond 0.10 Hz. Een model welke een verklaring geeft voor het ontstaan van deze component, werd besproken. Dit model geeft drie verklaringsmogelijkheden voor de reductie in

amplitudo van de 0.10 Hz component: een vermindering van de kringloopversterking ("gain"); een vermindering van de tijdsvertraging binnen de kringloop ("delay"); een selectieve "entrainment" van de oscillaties door externe storingen ("selective entrainment"). Er werden condities en methoden besproken om vast te stellen welke van deze drie mechanismen verandert tijdens de verrichting op mentale taken.

Hoofdstuk 4.

In dit hoofdstuk werden verschillende studies besproken die tot onderwerp hadden de relatie tussen sinusaritmie en mentale werkbelasting. Geconcludeerd moest worden dat er slechts geringe evidentie is dat de mate van reductie van de sinusaritmie een goede index is voor de bestaande mentale werkbelasting. De meeste situaties waren zowel te bekritisieren in termen van het experimenteel ontwerp als in de gebruikte verwerkingsmethoden, terwijl bovendien een acceptabele theorievorming over mentale werkbelasting ontbrak.

Hoofdstuk 5.

In dit hoofdstuk werden methoden beschreven om de sinusaritmie te beschrijven in zowel het tijd- als frequentiedomein. Wat betreft het tijdsdomein zijn drie, gecorreleerde, indices voldoende: de gemiddelde intervaltijd (dat is de tijd tussen twee opeenvolgende hartslagen) (Tave); het amplitudo van fluctuaties in het hartritme (gedefinieerd als de som van de absolute verschillen tussen opeenvolgende intervallen, gedeeld door het aantal fluctuaties (S/N) en tenslotte het aantal fluctuaties (N)). Tijdsdomein maten worden veel gebruikt, maar hebben als nadeel dat zij, in tegenstelling tot frequentiedomein indices, niet differentiëren tussen respiratoire en non-respiratoire processen. Karakterisering van de sinusaritmie in het frequentiedomein geschiedt via spectraal analytische methoden. Teneinde deze methoden te kunnen toepassen, dient men eerst een equidistante tijdreeks te verkrijgen. In de huidige literatuur zijn daarvoor 4 verschillende methoden in gebruik. Aangetoond werd dat deze 4 methoden niet verschillen in hun gevoeligheid de 0.10 Hz component te identificeren. In het huidige onderzoek werd gebruik gemaakt van een vijfde orde Lagrange interpolatie. Het hoofdstuk werd besloten met een bespreking van de toegepaste spectraal analytische technieken: de directe en de indirecte methode terwijl tenslotte de middellingsmethode werd besproken. Deze laatste methode is noodzakelijk om fasische

reacties in het hartritme te bepalen, reacties die samenhangen met de verwerking van taak-relevante stimuli.

Hoofdstuk 6.

In dit hoofdstuk werd het experimenteel ontwerp besproken van studies die worden behandeld in hoofdstuk 7, 8, 9 en 10. Het ontwerp moet zodanig zijn dat de effecten van de taak op cardiovasculaire mechanismen te scheiden zijn van andere factoren zoals habituatie, verandering in ademhalingsritme en aantal uitgevoerde bewegingen. Het vaak grote aantal, meer of minder gecorreleerde, variabelen en het ontwerp waarin metingen worden herhaald over dezelfde groepspersonen, maakt het noodzakelijk gebruik te maken van multivariate variantie analyse. Met behulp van een aantal voorbeelden werd tevens geïllustreerd hoe groot de kans is in dit type ontwerp dat de nulhypothese wanneer die niet juist was ook werkelijk werd verworpen ten gunste van de alternatieve hypothese.

Hoofdstuk 7.

Omdat de mate van sinusaritmie mede afhankelijk is van respiratoire activiteit, wordt door vele onderzoekers gesteld dat veranderingen in sinusaritmie in feite een reflectie zijn van veranderingen in het ademhalingspatroon. In dit hoofdstuk werden de effecten besproken van veranderingen in ademhalings-snelheid en diepte op de sinusaritmie en in het bijzonder op het amplitudo van de 0.10 Hz component. Er werd onder meer geconcludeerd dat deze component slechts in geringe mate gereduceerd wordt door aanzienlijke veranderingen in ademhalingsfrequentie en diepte.

Hoofdstuk 8.

Mentale taken geschieden vaak in een gedwongen tempo. In dit hoofdstuk werden de effecten bestudeerd van de snelheid van signaalpresentatie ("pacing") en de complexiteit van de taak (gedefinieerd in termen van de hoeveelheid tijd besteed aan bestuurde zoektijd in het geheugen) op tijd- en frequentiedomein indices van de sinusaritmie. Een van de belangrijkste conclusies was, dat indien taken zodanig in complexiteit verschillen dat de ene taak gemiddeld meer dan 200 msec verwerkingstijd meer vraagt dan de andere, het amplitudo van de 0.10 Hz component in de eerste taak gereduceerd is. Door het opgelegde tempo ontstaat fasische activiteit in het hartritme: direct na pre-

sentatie van het imperatieve signaal versnelt de hartslag tot aan het moment dat de reactie wordt gegeven. Daarna vertraagt de hartslag en bereikt een minimum vlak voor de presentatie van een nieuw imperatief signaal. Deze momentane en aan stimulus presentatie en verwerking gekoppelde, acceleraties en deceleraties veroorzaken een spectrale component die correspondeert met de frequentie van het opgelegde ritme. Neemt het aantal signalen toe dan ontstaan er zodoende ook meer hartslagfluctuaties. Indien de signaalfrequentie rond 0.10 Hz ligt, worden de oscillaties afkomstig van het regulatiemechanisme van de bloeddruk meegetrokken ("entrained") naar de opgelegde frequentie. Het amplitudo van deze nieuwe spectrale component is echter afhankelijk van de gevraagde bestuurd verwerkingstijd. Indien de signaalfrequentie groter is dan 0.20 Hz is er geen evidentie voor "entrainment".

Hoofdstuk 9.

In dit hoofdstuk werden de effecten bestudeerd van andere bestuurd verwerkingsprocessen op tijd- en frequentiedomein indices van de sinusaritmie. De conclusie was dat het amplitudo van de 0.10 Hz component kleiner was naarmate een proefpersoon meer vergelijkingen moest uitvoeren om een plaatje te vergelijken met de betekenis van een zin of meer interne herhalingen moest uitvoeren teneinde informatie in het korte-termijn geheugen vast te houden. De gegevens wezen er op dat een vermindering van de kringloopversterking en een verkorting van de tijdsvertraging verantwoordelijk waren voor de vermindering van het amplitudo van de 0.10 Hz component.

Hoofdstuk 10.

In dit hoofdstuk werden de effecten van oefening of ervaring bestudeerd op tijd- en frequentiedomein indices van de sinusaritmie. De aard van de oefening is beslissend voor het al of niet verschuiven van meer bestuurd verwerking naar meer automatisch verloopende verwerking. De resultaten steunden de hypothese dat meer automatische verwerking een minder intensieve defensieve reactie vraagt dan meer bestuurd verwerking. Het amplitudo van de 0.10 Hz component was groter tijdens meer automatische dan tijdens meer bestuurd verwerking.

Hoofdstuk 11.

In het laatste hoofdstuk werden de gevonden resultaten besproken in een

breder raamwerk. Er werden suggesties gedaan om de conclusies verder te verifiëren met behulp van recentelijk ontwikkelde non-invasieve methoden ter bepaling van de bloeddruk en de contractiliteit van de linker hartkamer. Hoewel de studie de bijdrage van twee belangrijke determinanten van het amplitudo van de 0.10 Hz component heeft vastgesteld, n.l. habituatie (of gewenning) en de hoeveelheid tijd besteed aan bestuurde informatieverwerking, werd er ook evidentie aangevoerd dat leeftijd en emotionele belasting soortgelijke effecten veroorzaakten. Leeftijd wordt verondersteld een structurele vermindering in de kringloopversterking te veroorzaken, terwijl emotionele belasting evenals informatieve belasting een tijdelijke vermindering in kringloopversterking veroorzaakt. Geconcludeerd werd dat op dit niveau van meting geen onderscheid kan worden gemaakt tussen informatieve en emotionele belasting. Het hoofdstuk werd besloten met een korte bespreking van technieken om momentane veranderingen in de 0.10 Hz component van een proefpersoon te observeren. Een dergelijke methode zou nuttig kunnen zijn om de cardiovasculaire reacties van proefpersonen op van moment op moment variërende taakvereisten te observeren en het nut van deze methode in meer reële taken werd geïllustreerd.